

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Haruo SHINDO, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: METHOD OF MEASURING ELECTRON ENERGY DISTRIBUTION IN PLASMA REGION AND APPARATUS FOR MEASURING THE SAME

REQUEST FOR PRIORITY

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

6 / Priority
Doc.
E. Willis
12-4-01

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NUMBER</u> | <u>MONTH/DAY/YEAR</u> |
|----------------|---------------------------|-----------------------|
| Japan | 2000-256399 | August 25, 2000 |

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124



22850



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc971 U.S. PTO
09/935585
08/24/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-256399

出 願 人

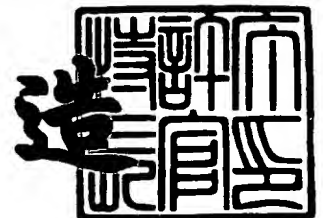
Applicant(s):

進藤 春雄
東京エレクトロン株式会社

2001年 8月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3072517

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP002018

【提出日】 平成12年 8月25日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H05H 1/00

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市愛甲 9 1 0 - 1 - 6 - 3 0 1

 【氏名】 進藤 春雄

【発明者】

 【住所又は居所】 山梨県韮崎市藤井町北下条 2 3 8 1 番地の 1 東京エレクトロン山梨株式会社内

 【氏名】 深澤 孝之

【特許出願人】

 【識別番号】 595010600

 【氏名又は名称】 進藤 春雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

 【代表者】 東 哲郎

【代理人】

 【識別番号】 100090125

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 049906

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高周波電力で生成されたプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法において、前記プラズマ中に通電によって加熱される加熱プローブを挿入し、前記加熱プローブの熱時定数より十分に短い周期を持つパルス電圧を加えて熱電子を放出する程度に加熱してこの放出電子の数が十分に前記放出電子の有するプラズマ振動数が前記高周波電力の周波数よりも十分に高い状態にすれば、前記プラズマ中に存在する高周波電位振動の前記加熱プローブへの影響を除去できるという性質を利用し、前記パルス電圧の有電圧期と無電圧期における浮動電位差を、前記パルス電圧の電位を種々変更しつつ検出し、この検出値に基づいて前記プラズマ中の電子エネルギー分布を求めるようにしたことを特徴とするプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法。

【請求項 2】 高周波電力によって生成されるプラズマ中の電子エネルギー分布の測定装置において、前記プラズマ中に挿入される加熱プローブと、前記加熱プローブにパルス高さが可変になされたパルス電圧を印加して熱電子を放出する程度に前記加熱プローブを加熱するパルス電源と、前記パルス電圧の有電圧期と無電圧期における浮動電位差を検出する検出手段と、前記検出手段の検出値に基づいて前記プラズマ中の電子エネルギー分布を求める演算手段とを備えたことを特徴とするプラズマ中の電子エネルギー分布の測定装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高周波電力で生成されるプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法及びその装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来技術】

一般に、プラズマ C V D 法やプラズマスパッタリング法による半導体デバイス

の酸化膜の形成など、プラズマを利用した反応生成物の成膜装置においては、安定で再現性の良いプラズマの発生が不可欠であり、そのためにはプラズマ中の電子エネルギー分布の測定及び制御が極めて重要である。特に、これらのプラズマはほとんどの場合、高周波電力で生成されるが、この高周波プラズマ中での電子エネルギー分布の測定及び制御がとりわけ重要である。

そこで、従来からプラズマの発生雰囲気中にプローブ或いは加熱プローブを挿入し、これによって捕集された電子電流がプローブのバイアス電圧及びプラズマエネルギーの1つであるプラズマ電子温度と一定の関係を有することを利用してプラズマ電子温度を測定する方法が広く採用されている。

【0003】

しかしながら、これらの方法には、プラズマ中に常に存在する高周波電位振動のプローブへの影響を除去するために複雑な防御回路を設置する必要があるなどの欠点がある。

すなわち、プローブによりプラズマから電子電流を捕集することにより電子温度を決定する従来法においては、プローブの電圧－電流特性が、本来非線形であるために、電源電圧の高周波振動にともなってプラズマ電位が振動すると、整流電流が同時にプローブに捕集されてしまう。このため、プローブにより捕集される電流は、電子温度を正しく反映している電子電流とは大きく相違したものとなり、これによる電子温度の測定は原理的に不可能となる。

【0004】

そのため、従来方法ではこの整流電流を除去するために、プローブ回路に新たに高周波電流除去回路を付け、プラズマ中の振動電圧と同じ大きさで逆位相の高周波電圧をプローブに印加することにより、整流電流の流れることを防止している。しかしながら、この方法では、プローブに印加すべき逆位相の電圧値がプローブとプラズマ間に存在するシースの容量に依存するため、正確に求めることは難しく、広いプラズマ領域においてプラズマ電位と正確に同値で逆位相の電圧をプローブ回路に印加することは不可能に近い。

そこで、本発明者は、先の出願（特開平2-30098号公報）において、プローブから熱電子を放出し得るような状態に維持し、これに交流の半波電圧を印

加して、有電圧期と無電圧期のような浮動電位差を求め、これに基づいてプラズマ電子温度を測定する方法を提案した。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、この方法によれば、マックスウェル分布において平均エネルギーに相当する電子温度しか測ることができず、それ以外の一般的な電子エネルギー分布に関しては測定することができない、といった問題があった。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、高周波プラズマ中の電子エネルギー分布を求めることができる電子エネルギー分布の測定方法及びその装置を提供することにある。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に係る発明は、高周波電力で生成されたプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法において、前記プラズマ中に通電によって加熱される加熱プローブを挿入し、前記加熱プローブの熱時定数より十分に短い周期を持つパルス電圧を加えて熱電子を放出する程度に加熱してこの放出電子の数が十分に前記放出電子の有するプラズマ振動数が前記高周波電力の周波数よりも十分に高い状態にすれば、前記プラズマ中に存在する高周波電位振動の前記加熱プローブへの影響を除去できるという性質を利用し、前記パルス電圧の有電圧期と無電圧期における浮動電位差を、前記パルス電圧の電位を種々変更しつつ検出し、この検出値に基づいて前記プラズマ中の電子エネルギー分布を求めるようにしたことを特徴とするプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法である。

請求項 2 に係る発明は、上記方法発明を実施するための装置発明であり、高周波電力によって生成されるプラズマ中の電子エネルギー分布の測定装置において、前記プラズマ中に挿入される加熱プローブと、前記加熱プローブにパルス高さが可変になされたパルス電圧を印加して熱電子を放出する程度に前記加熱プローブを加熱するパルス電源と、前記パルス電圧の有電圧期と無電圧期における浮動電位差を検出する検出手段と、前記検出手段の検出値に基づいて前記プラズマ中の電子エネルギー分布を求める演算手段とを備えたことを特徴とするプラズマ中

の電子エネルギー分布の測定装置である。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係るプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法及びその装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1は本発明方法で用いるエミッシブプローブ法を説明するための原理図、図2はプラズマを生成する高周波電力の電圧が正位相の時と逆位相の時のプローブ電流を示すグラフ、図3は加熱プローブに交流半波電圧を印加した時のプローブ電流の変化を示すグラフ、図4は本発明の電子エネルギー分布の測定装置を示すブロック構成図、図5は加熱プローブにパルス電圧が印加された時の状態を示す図、図6は本発明方法の原理を説明するための説明図である。

【0008】

まず、本発明の特徴とするところは次の点にある。すなわち、図1に示すように真空引き可能になされた高周波プラズマ発生容器2内にて発生したプラズマP中に円弧状に露出された加熱プローブ（フィラメント）4を浮動状態で差し込む。ここで先の特開平2-30098号公報の技術では、この加熱プローブ4に交流半波電圧を印加していたが、本発明では上記交流半波電圧に代えてパルス電圧 V_p を印加し、更に、このパルス高さ V_H を種々変更して、その都度、データを取るようにしている。この場合、例えばパルス幅 W_1 及びパルス間幅 W_2 はそれぞれ $10 \sim 15 \mu\text{sec}$ 及び $20 \sim 35 \mu\text{sec}$ に設定され、その周波数は $20 \sim 30 \text{kHz}$ 程度になっている。すなわち、本発明では、上記加熱プローブ4に有電圧期と無電圧期とを有する上記パルス電圧 V （周期はフィラメント熱時定数より充分短いもの）を加えて加熱し、加熱プローブ4から熱電子放出させ、この放出電子数が充分で加熱プローブ4の浮動電位がプラズマP中に存在する高周波電位振動に追従できる条件下で、被測定量はこの放出電子電流の影響を受けないように上記パルス電圧 V の有電圧期と無電圧期における加熱プローブ4の浮動電位の差 ΔV_F とすることにより、前記従来法の各種の欠点の一掃を図ったものである。次に、本発明の測定原理について説明する。

【0009】

図 1 に示すように、プラズマ発生容器 2 内に各周波数 ω_S の高周波電力で生成されたプラズマ P があり、その中に加熱プローブ 4 を挿入し、パルス高さが V_H のパルス電圧 V で加熱する。この時、放出電子飽和電流 I_{ES} が以下に示す数 1 の式の条件を満足していれば、加熱プローブ 4 の浮動電位はプラズマ中の高周波電位振動に追従できる。

【 0 0 1 0 】

【数 1】

$$\omega_{PE} = \left(\frac{\eta_E \cdot e}{\epsilon_0 \cdot m} \right)^{1/2} = \left(\frac{I_{ES} \cdot e}{A_p \cdot \epsilon_0 \cdot m} \right)^{1/2} \left(k \cdot T_w / 2\pi m \right)^{-1/4} \ll \omega_S \quad \dots (1)$$

【 0 0 1 1 】

ここで ω_{PE} は放出電子が持つプラズマ振動数（電子密度 η_E ）、 ϵ_0 は真空中の誘電率、 e 及び m は電子電荷及び質量、 A_p はプローブ表面積、 T_w はプローブ温度、 k はボルツマン常数である。

上記数 1 の関係は放出電子のプラズマ振動数が、プラズマ中の電子振動数よりも充分大きいことを意味するが、この条件下ではプラズマ中の振動電位に放出電子はすみやかに追従し、加熱プローブ 4 とプラズマ P 間には高周波の電位振動が存在しなくなる。この様子を図 2 に示した。図 2 (A)、(B) はそれぞれ高周波電源電圧が正位相及び逆位相の時の放出電子電流 I_E 及び捕集電子電流 I_C の特性を示したものである。ここで放出電子電流とはフィラメントから放出される熱電子の作る電流であり、捕集電子電流とはプラズマ電子がフィラメントプローブに到達して形成される電流であり、これらの両電流の方向は互いに逆向きである。プラズマ電位がそれぞれの位相に応じて V_{P1} から V_{P2} に変化しても数 1 の条件下では放出電子がすみやかにプラズマ電位の振動に追従し、放出電子電流及び捕集電子電流特性は横幅に沿って平行移動した形となる。そして、両電流 I_E 、 I_C の差がプローブ電流 I_{ES} となる。尚、図 2 中において、いずれか一方の電流、例えば放出電子電流 I_E の正負は、本発明の理解を容易にするために逆に記載

されている。

【0012】

従って、プローブが浮動状態にある場合には、プラズマ電位が V_{P1} から V_{P2} 間で振動するとその浮動電位は V_{F1} と V_{F2} 間で振動する。それ故に、プローブとプラズマ間には高周波の振動電位差は存在しなくなり、プラズマから捕集される電子は振動電位を見ずに常に同一の電位差 $V_{P1} - V_{F1}$ ($= V_{P2} - V_{F2}$) を見ることから捕集電位電流は高周波振動電圧の影響を受けなくなるので、この捕集電流は正しく電子温度を反映していることになる。

このような条件下でパルス電圧 V の有電圧期と無電圧期におけるプローブの浮動電位差 ΔV_F の値は図3に示すように $I_{ES} < I_{CS}$ (I_{CS} は捕集電子飽和電流) の領域では捕集電子電流-電圧特性の勾配に依存する。この勾配は、電子温度が T_e であれば $1/k \cdot T_e$ の値であるので結局、図3のように V_H に対する浮動電位差 ΔV_F を測定することにより電子温度は次の数2の式より求めることができる。

【0013】

【数2】

$$\Delta V_F = - \frac{k \cdot T_e}{e} \ln \left[\frac{k \cdot T_e}{e \cdot V_H} \left\{ 1 - \exp \left(- \frac{e \cdot V_H}{k \cdot T_e} \right) \right\} \right] \dots\dots\dots (2)$$

【0014】

尚、数2を用いて電子温度を測定する方法については、特願昭62-218373号にて既に出願済である。また、浮動電位を測定する場合には、パルス電圧 V_H による変化以外にプラズマ電位の振動に呼応した電位振動が浮動電位に含まれるので、この振動成分をフィルター等で除去しなければならない。通常、高周波電源の各周波数 ω_S とパルス電圧 V_H の周波数は、極端に相違するのでこのフィルターリングは容易である。

上記説明は、先の出願（特開平2-30093号公報）においても説明されたように、電子温度を測定するための方法であるが、本発明では電子のエネルギー

分布を測定するために前述したように、パルス電圧 V のパルス高さ V_H を種々変更させる。この測定装置を図 4 に示す。

【 0 0 1 5 】

図 4 中において、2 は真空引き可能になされた高周波プラズマ発生容器であり、この容器 2 内に例えば 13.56 MHz や 27 MHz の高周波電源 6 に接続された平行平板電極 8 が設置されている。そして、この容器 2 内にプラズマガスとして例えば Ar ガスを導入し、両電極 8、8 間にプラズマ P が立てられる。

そして、この発生容器 2 の側壁に、先に図 2 を参照して説明した加熱プローブ 4 が絶縁体 10 を介して浮動的に取り付けられ、このタングステンフィラメントよりなる加熱プローブ 4 は、プラズマ P 内に挿入される。そして、この加熱プローブ 4 にダイオード 12 を介してパルス電源 14 が接続され、上記加熱プローブ 4 に図 1 にて説明したようなパルス電圧 V を印加して加熱するようになっている。

【 0 0 1 6 】

一方、加熱プローブ 4 の浮動電位がどの程度の高周波振動に追従できるかは外部回路にも依存し、これは加熱プローブ 4 の回路全体がアースに対して持つ浮遊容量によって決まる。従って、加熱プローブ 4 の浮動電位ができる限り高い周波数でも振動し得るようになるためには、この浮遊容量による影響を極力除去する必要がある。その一つの方策として図 4 に示す回路例では、上記パルス電源 14 にダイオード 16 を介して接続されたダミープローブ 18 を設置している。そして、上記加熱プローブ 4 の浮動電位の測定は差動電圧増幅器 19 を通して、ダミープローブ 18 との差電位を、浮動電位差を検出するための検出手段であるシンクロスコープ 20 で測定する方法を用いている。このように、ダミープローブ 18 との差電位を取ることで、加熱プローブ 4 がアースに対して持つ浮遊容量の影響を除去することができる。尚、フィルター 22 は加熱プローブ 4 に現れる高周波振動を除去し、またプラズマ自体が発するノイズを除去するためのものである。このようにして、シンクロスコープ 20 に加熱プローブ 4 の加熱電圧による浮動電圧の変化の波形が得られ、この浮動電位差やパルス電圧やプローブ浮動電位などから、後述するように電子のエネルギー分布を求める。

【0017】

この時の電子のエネルギー分布を求める演算は、例えばマイクロコンピュータ等よりなる演算部24で行なわれ、その結果は、例えば液晶パネル等よりなる表示部26に表示される。

さて、このような測定装置を用いて行なわれる電子エネルギー分布の測定方法について説明する。

図5は上記加熱プローブ4とこれに印加されるパルス電圧Vを模式的に示す模式図であり、これは図1に対応するものである。図2はパルス電圧Vとプローブ電流*i*との関係を示すグラフであり、これは図3に対応するものである。

まず、図5に基づいてエミッシブプローブ法の原理からプローブ捕集電流（電流密度）－電圧特性*i*（V）を求める方法について説明する。

ここで、 V_H はパルス電圧のパルス高さ、 V_F はプローブ浮動電位、 ΔV_F は浮動電位差である。

まず、加熱プローブ4の長さをLとすると、プローブ全捕集電流は下記の数3の式のように表すことができる。

【0018】

【数3】

$$\int_0^L 2\pi r dl i(V_F + \Delta V_F - \frac{l}{L} V_H) = 2\pi r Li(V_F) \dots\dots\dots (3)$$

【0019】

ここで、数3の左辺はパルス電圧Vが V_H の時（有電圧期）のプローブ全捕集電流を示し、右辺はパルス電圧が0ボルトの時（無電圧期）のプローブ全捕集電流を示す。また、*r*は円弧状の加熱プローブ4の半径を示す。

上記数3の左辺を変形すると以下の数4の式ようになる。

【0020】

【数 4】

$$\begin{aligned} \int_0^L 2\pi r dl i(V_F + \Delta V_F - \frac{l}{L} V_H) &= 2\pi r \int_{V_F + \Delta V_F}^{V_F + \Delta V_F - V_H} i(V) (-\frac{L}{V_H}) dV \\ &= 2\pi r \frac{L}{V_H} \int_{V_F + \Delta V_F - V_H}^{V_F + \Delta V_F} i(V) dV \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

【0 0 2 1】

従って、数 3 の右辺と数 4 との関係より、下記の数 5 の式が求まる。

【0 0 2 2】

【数 5】

$$i(V_F) = \frac{1}{V_H} \int_{V_F + \Delta V_F - V_H}^{V_F + \Delta V_F} i(V) dV \quad \dots\dots\dots (5)$$

【0 0 2 3】

そして、上記数 5 を変形すると、下記の数 6 の式が求まる。

【0 0 2 4】

【数 6】

$$i(V_F) = \frac{1}{V_H} \int_{V_F - V_H}^{V_F} i(V + \Delta V_F) dV \quad \dots\dots\dots (6)$$

【0 0 2 5】

ここで、図 6 を用いてエミッシブプローブ法の解析を行なう。

まず、点 A の電流 $I(V_F, V_H)$ は以下の数 7 の式のように定まる。

【 0 0 2 6 】

【数 7】

$$I(V_F, V_H) = \frac{1}{V_H} \int_{V_F - V_H}^{V_F} i(V) dV \quad \dots\dots\dots (7)$$

【 0 0 2 7 】

更に、点 B の電流 $I(V_F + \Delta V_F, V_H)$ は以下の数 8 の式のように定まる

【 0 0 2 8 】

【数 8】

$$I(V_F + \Delta V_F, V_H) = \frac{1}{V_H} \int_{V_F + \Delta V_F - V_H}^{V_F + \Delta V_F} i(V) dV = \frac{1}{V_H} \int_{-V_H}^0 i(V + V_F + \Delta V_F) dV \quad \dots\dots\dots (8)$$

【 0 0 2 9 】

従って、上記数 7 及び数 8 との関係より以下の数 9 の式が定まる。

【 0 0 3 0 】

【数 9】

$$i(V_F) = \frac{1}{V_H} \int_{-V_H}^0 i(V + V_F + \Delta V_F) dV \quad \dots\dots\dots (9)$$

【 0 0 3 1 】

そして、以上のようにして求められた上記数 6 或いは数 9 にて求められた一般式を変形して微分形式にすると以下の数 10 の式が求まる。

【0032】

【数10】

$$\frac{d}{dV_H} \left\{ V_H i(V_F - \Delta V_F) \right\} = i(V_F, V_H) \dots\dots\dots (10)$$

【0033】

この数10より V_H に対する ΔV_F 、 V_F の各測定値を用いて $i(V)$ の形を求めることができる。ここで前述のように、パルス電圧 V のパルス高さ V_H は例えば5～50ボルトの範囲で適宜種々の値に変更され、その都度、 ΔV_F 、 V_F を測定する。この場合、パルス高さ V_H は、例えば50ミリボルト単位で少しずつ増加、或いは減少させてその都度、 ΔV_F や V_F の測定を行なう。

このようにして、 $i(V)$ が求まると、電子のエネルギー分布の関数 $F(E)$ は次の数11の式により求まる。

【0034】

【数11】

$$F(E) = k_1 \frac{1}{\sqrt{V}} \frac{d^2 i}{dV^2} \dots\dots\dots (11)$$

【0035】

尚、 k_1 は比例定数である。

以上の各数式の演算は前述のように演算部24（図4参照）で行なわれ、また、求められた関数 $F(E)$ は、例えば表示部26にて表示することができる。

以上のようにして電子のエネルギー分布の関数 $F(E)$ を求めると、例えば図7に示すように表される。図7中において、横軸はエネルギー（ E ）、縦軸は電子数（ n ）をそれぞれとっている。図7に示すように、電子温度の分布はマックスウェル分布に従っているが、本発明方法で求めた電子のエネルギー分布はマックスウェル分布とは大きくずれており、電子のより正確なエネルギー分布を反映

している。

【 0 0 3 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法及びその装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

加熱プローブに印加するパルス電圧のパルス高さを適宜変更しつつ浮動電位差算を求めることにより、高周波プラズマ中の電子のエネルギー分布を適正に求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明方法で用いるエミッシブプローブ法を説明するための原理図である。

【図 2】

プラズマを生成する高周波電力の電圧が正位相の時と逆位相の時のプローブ電流を示すグラフである。

【図 3】

加熱プローブに交流半波電圧を印加した時のプローブ電流の変化を示すグラフである。

【図 4】

本発明の電子エネルギー分布の測定装置を示すブロック構成図である。

【図 5】

加熱プローブにパルス電圧が印加された時の状態を示す図である。

【図 6】

本発明方法の原理を説明するための説明図である。

【図 7】

電子のエネルギー（E）と電子数（n）との関係の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

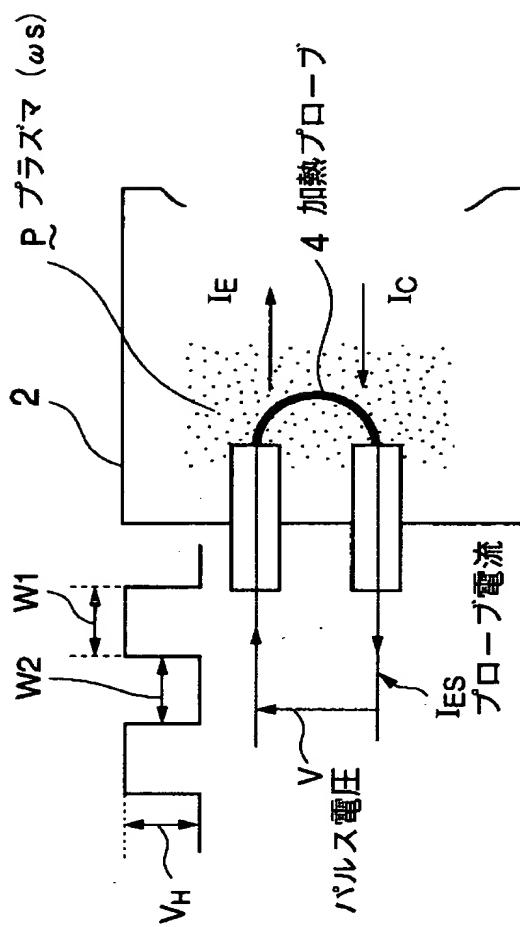
- 2 プラズマ発生器
- 4 加熱プローブ
- 6 高周波電源

- 8 平行平板電極
- 1 4 パルス電源
- 1 8 ダミープローブ
- 2 0 シンクロスコープ（検出手段）
- 2 4 演算部
- P プラズマ

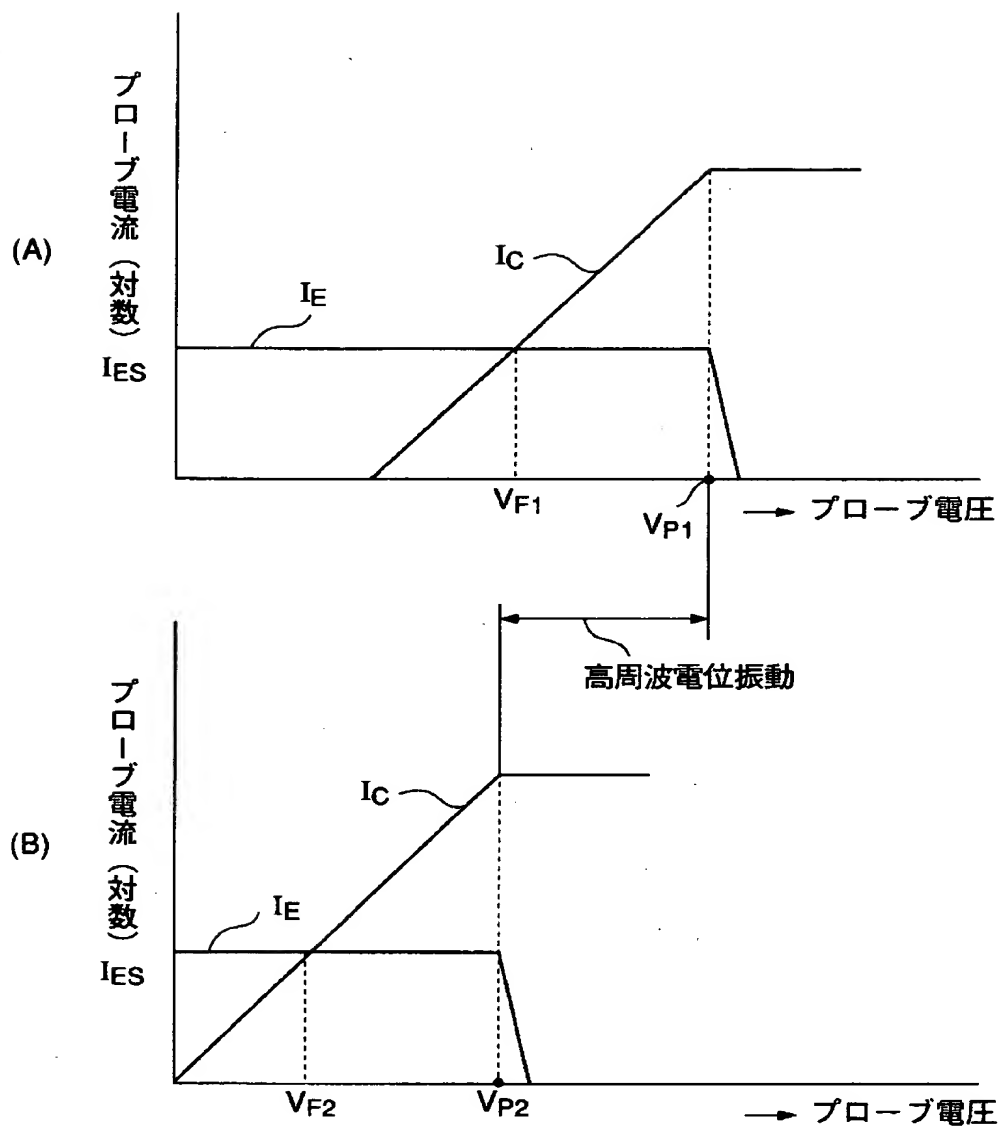
【書類名】

図面

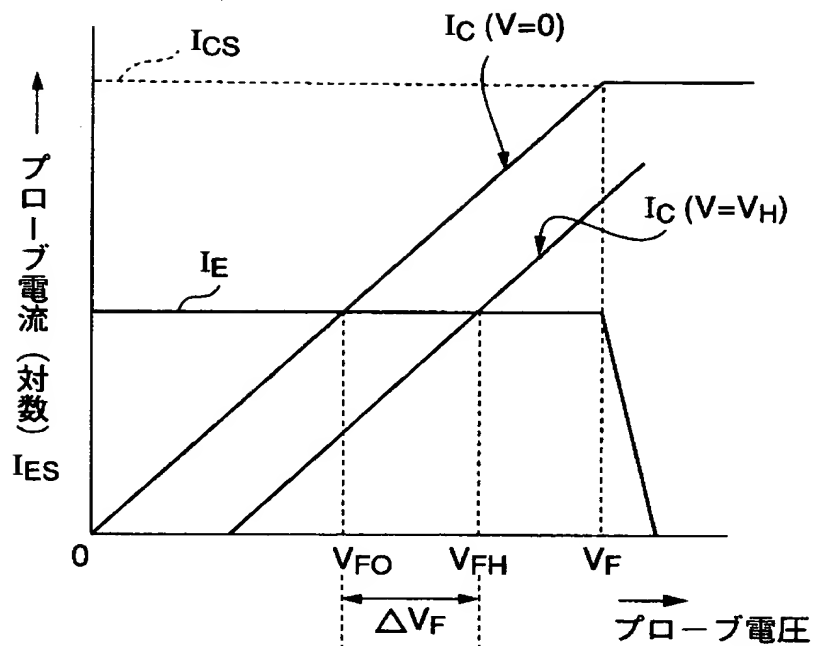
【図 1】



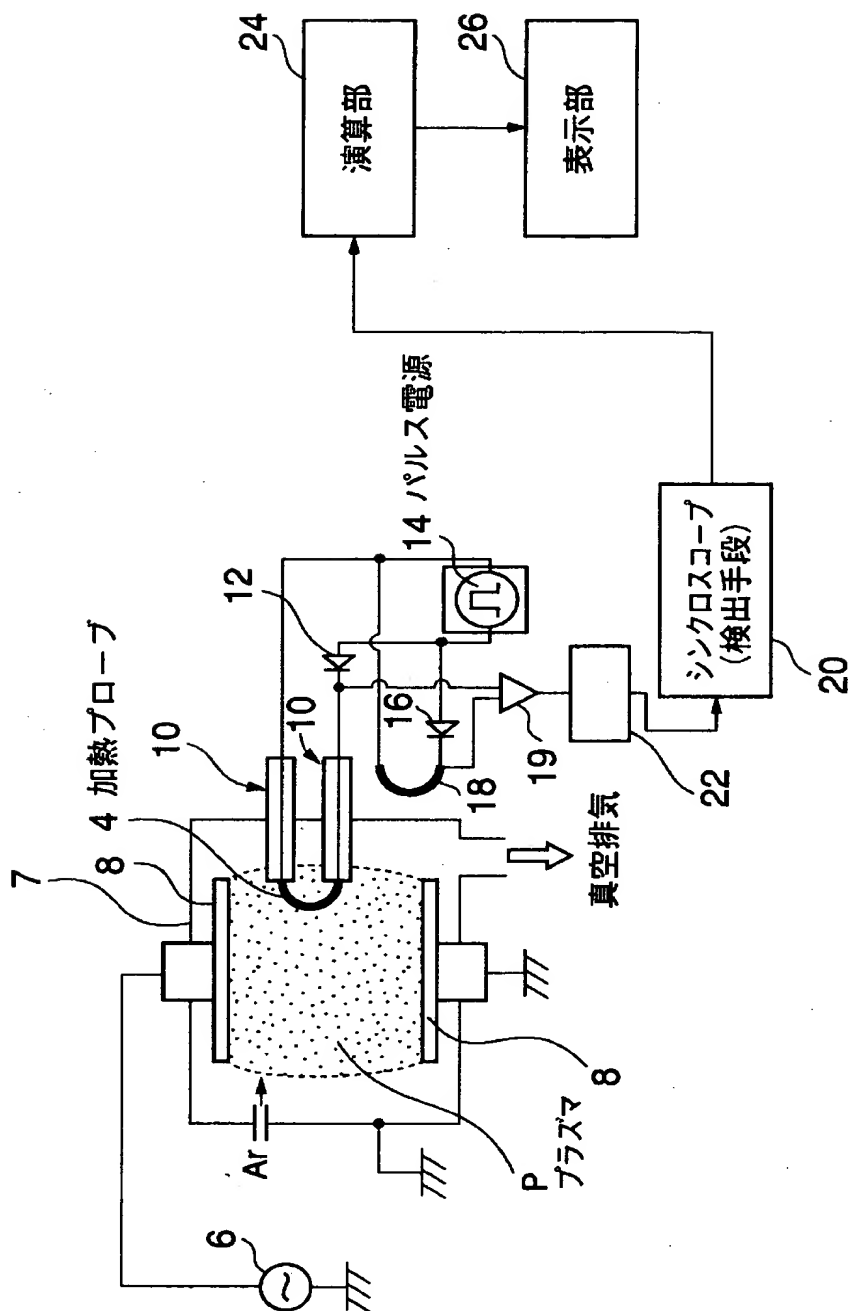
【図 2】



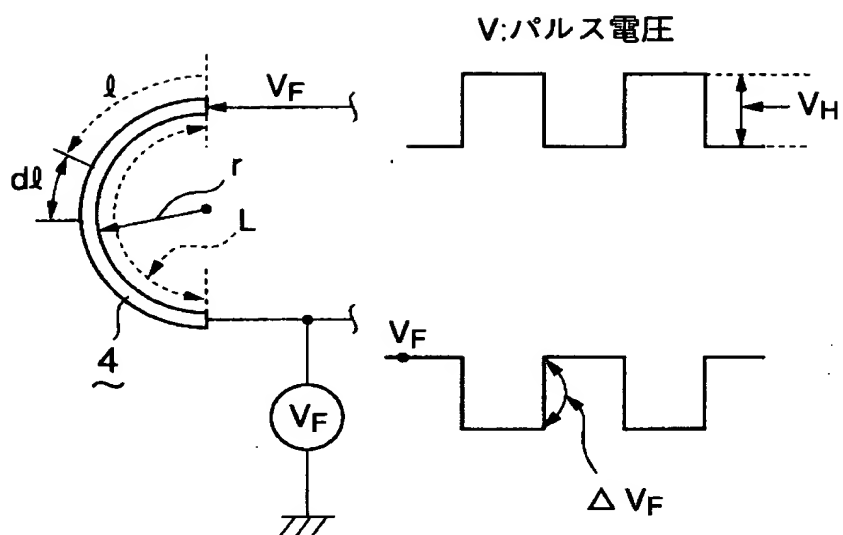
【図3】



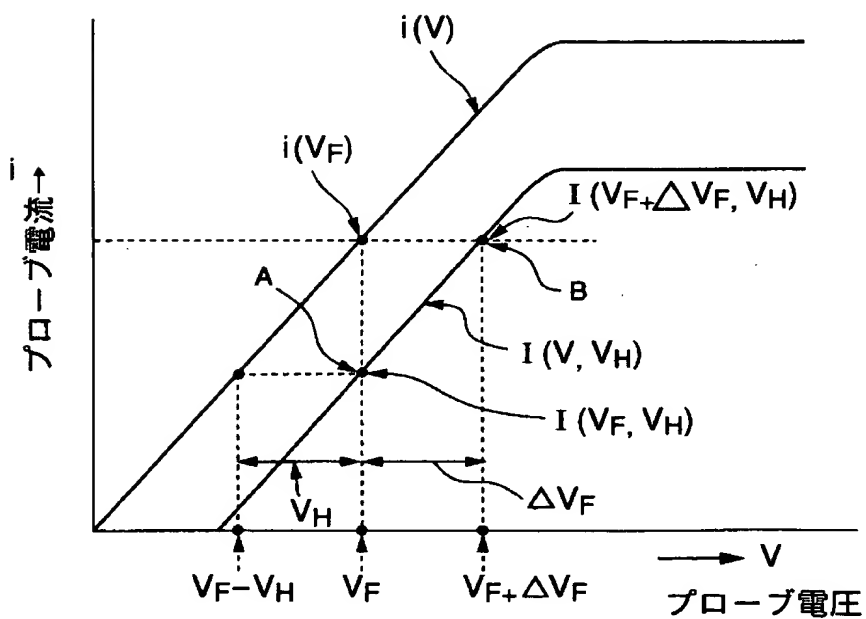
【図 4】



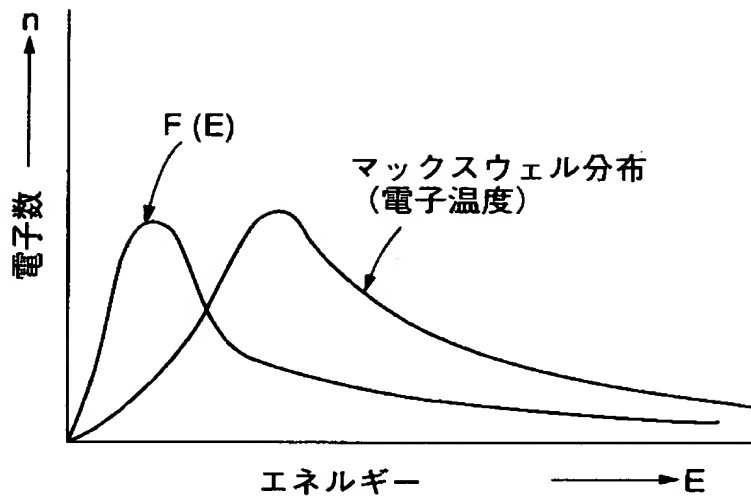
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高周波プラズマ中の電子エネルギー分布を求めることができる電子エネルギー分布の測定方法を提供する。

【解決手段】 高周波電力で生成されたプラズマ中の電子エネルギー分布の測定方法において、前記プラズマ P 中に通電によって加熱される加熱プローブ 4 を挿入し、前記加熱プローブの熱時定数より十分に短い周期を持つパルス電圧を加えて熱電子を放出する程度に加熱してこの放出電子の数が十分に前記放出電子の有するプラズマ振動数が前記高周波電力の周波数よりも十分に高い状態にすれば、前記プラズマ中に存在する高周波電位振動の前記加熱プローブへの影響を除去できるという性質を利用し、前記パルス電圧の有電圧期と無電圧期における浮動電位差を、前記パルス電圧の電位を種々変更しつつ検出し、この検出値に基づいて前記プラズマ中の電子エネルギー分布を求める。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 5 0 1 0 6 0 0]

| | |
|----------|---------------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 5 年 1 2 月 5 日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 神奈川県厚木市愛甲 9 1 0 - 1 - 6 - 3 0 1 |
| 氏 名 | 進藤 春雄 |

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

| | |
|----------|----------------|
| 1. 変更年月日 | 1994年 9月 5日 |
| [変更理由] | 住所変更 |
| 住 所 | 東京都港区赤坂5丁目3番6号 |
| 氏 名 | 東京エレクトロン株式会社 |